ÜBER DIE VERERBUNG DER INNEREN KNOCHENARCHITEKTUR BEIM MENSCHEN

UND

DIE TELEOLOGIE BEI JULIUS WOLFF.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT ZU MÜNCHEN

VORGELEGT VON

HANS BERNHARDT.

HEILBRONN

DRUCK VON CARL REMBOLD

1907.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät zu München.

Referent:

Professor Dr. RÜCKERT.

Über die Vererbung der inneren Knochenarchitektur beim Menschen

und die Teleologie bei Julius Wolff.



Von **Hans Bernhardt.**

(Mit 1 Tafel und 3 Abbildungen.)

Seitdem August Weismann die von Darwin bejahte „Vererbung erworbener Eigenschaften“ anzweifelte und ihre Leugnung zur Grundlage seines Lebenswerkes machte, ist der Streit darüber noch zu keinem Ende gekommen. Darwin sah nicht den Widerspruch, den er in seiner Theorie dadurch schuf, daß er Lamarcksche Prinzipien wie eben die „Vererbung erworbener Eigenschaften“ als richtig anerkannte und mit der Lehre von der natürlichen Zuchtwahl vereinte. Darwin[1] sagt, daß er sich überzeugt habe, daß „die Arten im langen Lauf der Abstammung modifiziert wurden. Dies wurde hauptsächlich durch die natürliche Zuchtwahl mit zahlreichen successiven, geringen und günstigen Veränderungen bewirkt, wesentlich unterstützt von den erblichen Wirkungen des Gebrauchs und Nichtgebrauchs der Teile und in geringerem Grade, d. h. hinsichtlich adaptiver Strukturen, früher oder jetzt durch die direkte Tätigkeit äußerlicher Bedingungen und durch Variationen, die uns in unserer Unwissenheit als spontan entstanden erscheinen.“ Aus diesen Worten allein schon geht zur Genüge hervor, daß Darwins Theorie nicht die Reinkultur eines einzigen Gedankens war, sondern daß sie durch Beifügen anderer Prinzipien getrübt wurde. Die Lehre wäre eine Reinkultur und monistisch zu nennen gewesen, wenn Darwin die Umwandlung der Arten allein durch natürliche Zuchtwahl hätte zustande kommen lassen. Eine solche Lehre wäre eine reine Mechanik gewesen und konsequent, indem sie die Organismen zu untätigen Marionetten hinabgedrückt hätte. Nach einer solchen Lehre hätten sich die Organismen weiter entwickelt, ohne daß diese selbst sich anzustrengen brauchten, Darwins Lehre erkannte aber außer der Großmacht der natürlichen Zuchtwahl eine zweite kleinere Macht an: daß funktionelle Anstrengung und die Vererbbarkeit ihrer Resultate die Organismen umgestalten könnten. Die Einheit der Lehre war dadurh zersprengt: Zwei Prinzipien von verschiedenem Charakter, einem passiven und einem aktiven, müssen einander ausschließen.

[1] Darwin: Entstehung der Arten. Reklamausgabe S. 647.

Derjenige, der die Lehre von der natürlichen Zuchtwahl nach Darwin am konsequentesten ausbaute, war August Weismann. Allen Angriffen, die Darwins Lehre erfuhr, zum Trotz hat er an ihr festgehalten und von der „Allmacht der Naturzüchtung" gesprochen. Darwins Großmacht der natürlichen Zuchtwahl erhob er zur Allmacht und verurteilte die Hilfsprinzipien Darwins, also die „Vererbung erworbener Eigenschaften" zur Ohnmacht. Als er 1883 die Denkbarkeit der „Vererbung erworbener Eigenschaften" prüfte, sprach er[1] „damals die Überzeugung aus, daß eine solche Vererbungsform nicht nur unerwiesen, sondern daß sie auch theoretisch nicht denkbar sei". Es scheint als ob mit dieser radikalen Leugnung des Lamarckschen Prinzipes ein Äußerstes an Konsequenz erreicht sei und die Weismannschen Lehren die erforderliche Reinigung der Darwinschen Lehre gebracht hätten. Aber es scheint nur so.

Im Jahre 1880 hatte der Anatom Wilhelm Roux in der Schrift „Über die Leistungsfähigkeit der Prinzipien der Descendenzlehre zur Erklärung der Zweckmäßigkeiten des tierischen Organismus" die Leistungsunfähigkeit des Darwinschen Züchtungsprinzipes erkannt. So mußte es z. B. absurd erscheinen, daß[2] „die Ersparnis von 6 Knochenbälkchen im Kampf ums Dasein entscheidend gewesen wäre und so sich vererbt hätte." Roux kam in dieser Schrift zu dem Schluß, daß die Zweckmäßigkeiten im tierischen Organismus durch funktionelle Selbstgestaltung zustande kämen, durch funktionelle Anpassung,[3] „die es vermag, mit einem Male bei der Änderung der Lebensbedingungen in allen betroffenen Organen des Körpers „zugleich" „zweckmäßige" Änderungen hervorzubringen und diese Gleichzeitigkeit der Wirkung in Millionen Teilen muß als ihr Charakteristisches der Wirkung der Zuchtwahl gegenübergestellt werden". Diese Gleichzeitigkeit der Änderungen in Millionen Teilen mußte z. B. eintreten bei jenem klassischen Beispiele Rouxs „Was mußte alles beim Übergang eines Wassertieres zum Landleben geschehen" und Roux zeigt an diesem Beispiel,[1] daß[2] die Ableugnung der Erblichkeit der funktionellen Anpassung zu ganz absurden Konsequenzen führt. Aus dieser Schrift geht zweierlei hervor: 1. Der Darwinismus ist unfähig, Zweckmäßigkeiten im tierischen Organismus durch natürliche Zuchtwahl zu erklären. 2. Die Anerkennung der „Vererbung erworbener Eigenschaften". Aber Roux bog von dem einmal eingeschlagenen Weg ab; in einer zweiten Schrift, die im Jahre 1881 erschien im „Kampf der Teile im Organismus" kehrte er zum Darwinismus zurück, er trug Kampf in den Einzelorganismus, ließ eine Teilauslese züchtende Leistungen vollbringen.

Es ist nun nachdrücklich darauf hinzuweisen, daß Roux das prinzipiell Verschiedene der beiden Zweckmäßigkeiten: Der durch Naturzüchtung entstandenen und der durch funktionelle Selbstgestaltung nicht erkannte. Er erkannte nicht, daß die durch funktionelle Selbstgestaltung entstandene Zweckmäßigkeit nicht mechanisch, passiv, sondern nur aktiv erklärt werden konnte. Roux setzte beide Arten im Wesen einander gleich: beide Zweckmäßigkeiten entstanden nach seiner Ansicht mechanisch: die eine durch Personal-, die andere durch Histonalselektion. Auch Weismann hat diese Ansicht, aber eben das, was beim ersten Nachdenken einen reinmonistischen Eindruck erweckt: Die radikale Leugnung der „Vererbung erworbener Eigenschaften", zwingt uns bei tieferem Nachdenken zwei Dualismen auf. Der erste Dualismus ist folgender: Wenn Weismann die Vererbbarkeit der im Einzelorganismus gezüchteten Eigenschaften leugnet, so leugnet er damit eine Voraussetzung Roux, nämlich[3] „daß die Voraussetzung der „züchtenden", also „bleibenden" Wirkung aller dieser Auslesen natürlich die ist, daß die übrig bleibenden Qualitäten bleibende sind . . . . ., daß sie somit vererbbare Qualitäten sind." Mit der Leugnung der Vererbbarkeit aber bekommt das Prinzip der Histonalselektion

[1] August Weismann: Vorträge über Deszendenztheorie. Bd. I. S. 267.
[2] Roux: Gesammelte Abhandl. Bd. I. S. 125.
[3] Roux: Gesammelte Abhandl. Bd. I. S. 122.

[1] Roux: Gesammelte Abhandl. Bd. I. S. 119.
[2] Roux: Gesammelte Abhandl. Bd. I. S. 124.
[3] Roux: Gesammelte Abhandl. Bd. I. S. 276.

(die[1] „im allgemeinen auf denselben Grundsätzen wie der Kampf der Individuen beruht“) einen Charakter, der von dem Prinzip der Darwinschen Individualselektion total verschieden ist: Der erste große Kampf bringt Eigenschaften, die vererbbar sind, der zweite kleine Kampf, bringt Eigenschaften, die nicht vererbbar sind. Nun stellen aber nach Roux[2] „die Eigenschaften der Individuen bloß Spezialfälle und Kombinationen dessen dar, was im Kampf der Teile sich zu erhalten fähig ist.“ Nach Weismann muß man also glauben, daß die Änderungen, die in Millionen Teilen ein und desselben Körpers vorgehen, diesen Körper, auf Vererbung dieser Änderungen angesehen, ganz unbeeinflußt lassen. Nach Weismann ist somit das Entstehen von Zweckmäßigkeiten im Einzelorganismus ein mystischer Luxus, den dieser Einzelorganismus sich allein für sich gestattet. Der zweite der Dualismen ist,[3] daß identische Veränderungen einmal durch Zufall in der Generationsreihe indirekt (Darwinsche Lehre), das andere Mal „durch ein in der Funktion verborgenes Prinzip“ direkt entstehen. Damit ist eine Absurdität ausgesprochen, daß dem Zufall eine gestaltende Fähigkeit zuerteilt wird, deren Größe wie Unglaublichkeit jeder leicht sieht.

Weismann meint, bisher sei es niemandem möglich gewesen, „Vererbung erworbener Eigenschaften“ zu beweisen, für einen anderen Forscher, Kassowitz[4] ist das Beweismaterial für eine „Vererbung erworbener Eigenschaften“ ein so überwältigendes, daß er in Verlegenheit gerät, aus ihm eine passende Auswahl zu treffen. Die vielen Beweise Kassowitzs, der das Gezwungene der Weismannschen Anschauungen in vielen Kapiteln kritisiert, will ich nicht wiederholen, merkwürdig erscheint mir nur, mit welchen Gründen sich Weismann gegen die Denkbarkeit einer „Vererbung erworbener Eigenschaften“ erklärt. Er meint,[5] eine „Vererbung erworbener Eigenschaften“ wäre noch vielleicht denkbar, wenn sich alle Arten durch Zweiteilung fortflanzten, aber da nun die Hauptmasse der heute lebenden Pflanzen- und Tierarten durch Keimzellen sich fortpflanzten, seien Veränderungen oder Einflüsse von Körperzellen auf die Keimzellen undenkbar, die „oft sehr fern von den Teilen liegen, deren Übungsresultate vererbt werden sollen.“ Außerdem schienen ja die Keimzellen eine ganz einfache Struktur zu besitzen, soweit das das Auge zu beurteilen vermöge und man sähe in einer Keimzelle weder Muskeln, Knochen, Bänder, Drüsen oder Nerven, sondern nur eine Zelle mit Protoplasma und Kern, „von dem man aber auch nicht sagen könne, daß er sich in irgend einer wesentlichen und bestimmten Weise von dem Kern einer anderen Zelle unterschiede“.

An der zitierten Bemerkung Weismanns erscheint auffällig, einen wie einfachen Eindruck seiner Ansicht nach die Keimzelle macht. Allerdings scheint es, als ob die Keimzelle nur dann so einfach zusammengesetzt ist, wenn ihre Fähigkeit zur Aufnahme „erworbener Eigenschaften“ beanstandet wird: einfach Protoplasma und Kern. Wenn aber Weismann von seinen Prinzipien spricht und in die Keimzellen Ideen, Determinanten und Biophoren legt, so wandelt sich die Einfachheit „soweit unser Auge zu beurteilen vermag“, in eine Kompliziertheit, neben der die Beeinflussung der Keimzelle durch den sie enthaltenden Körper verständlicher erscheint. Die Ansprüche der Zellen an Kompliziertheit wachsen, je mehr Theorien in ihnen wirken.

Eigentümlich berührt es auch, daß die Entfernung der Körperzellen von den Keimzellen einen Hinderungsgrund für eine Einwirkung der ersten auf die zweiten abgeben soll. Es erscheint durchaus nicht naturwissenschaftlich, das Gebiet der Keimzellen als ein vom übrigen Körper getrenntes zu betrachten. Nach der Weismannschen Ansicht würden die Keimzellen milieulos ihrer Eigenart leben, als unbeeinflußbare Autokraten im Körper.

Als einen der Hauptzweifel an der „Vererbung erworbener Eigenschaften“

[1] Roux: Gesammelte Abhandl. Bd. I. S. 273.
[2] Roux: Gesammelte Abhandl. Bd. I. S. 274.
[3] August Pauly: Darwinismus und Lamarckismus. S. 133.
[4] Kassowitz: Allgem. Biologie. Bd. II. S. 155.
[5] August Weismann: Vorträge über Deszendenztheorie. I. Band. S. 273.

haben wir den Einwurf kennen gelernt, man könne es sich nicht ausdenken, und rein mechanisch ließe sich bisher der Vorgang nicht erklären. Es fällt hierbei auf, daß eine andere als eine rein mechanische Lösung der Frage nicht angenommen werden darf. Alleingültigkeit hat nur der Begriff der Kausalität, daraus folgt aber nicht Alleingültigkeit nur einer Art von Kausalität, nämlich der mechanischen. Coßmann[1] hat darauf hingewiesen, daß ein kausal-mechanischer Zusammenhang zwischen 2 Gliedern in einfacher Aufeinanderfolge folgendes Bild zeigt: Auf Zustand A folgt Zustand B oder mathematisch ausgedrückt: Wirkung ist eine Funktion der Ursache $W = f(U)$. Ein kausal-mechanischer Zusammenhang ist also ein Zusammenhang zwischen zwei Faktoren. Nun gibt es aber auch gesetzmäßige Zusammenhänge zwischen drei Gliedern, die folgendes Bild zeigen: auf A folgt B so, daß C eintritt; dieser Zusammenhang ist ein kausal-teleologischer und unterscheidet sich von dem kausal-mechanischen durch Dreigliedrigkeit. Er zeigt mathematisch ausgedrückt die Formel: $B = f(A, C)$ und ist durchaus gesetzmäßig. Ich setze dies ausdrücklich hinzu, weil die Neigung besteht, den Begriff der Teleologie als beseitigt zu betrachten, was ein Grundirrtum ist, wie im zweiten Teil dieser Arbeit auseinandergesetzt ist. Den Begriff der Teleologie beseitigen kann man nur, wenn man die Alleingültigkeit kausal-mechanischer Vorgänge annimmt; dies ist aber ein Dogma und der Nachweis (bei Coßmann findet man eine große Anzahl Beispiele), daß teleologische Beziehungen eine Formulierung ohne jede „Metaphysik" zulassen, spart die Widerlegung derjenigen Ansicht, welche Teleologie als unverträglich mit Kausalität hinstellt.

Es ist ferner zu einem Dogma geworden, daß psychologische und physikalische Betrachtungsweise des Gegebenen einander ausschließen sollen. Ja, sogar das Psychische an sich ist den rein mechanistisch Denkenden so unbequem geworden, daß man es am liebsten ganz aus der Naturwissenschaft entfernen, sie gewissermaßen davon „reinigen" wollte. Man betrachtete das Psychische z. B. als etwas Metaphysisches, d. h. als etwas naturwissenschaftlich Anrüchiges, Unerforschbares, was zu der absurden Konsequenz führt, daß die Leugner psychischer Faktoren in der Natur gezwungen sind, sich selbst als aus der Natur herausgehoben, als metaphysisch zu betrachten, was niemand gern tun wird. Oder wenn man sah, daß das Psychische als ein realer, analysierbarer Faktor zuzugeben sei, suchte man eine Wirkung des Psychischen auf das Physische gewaltsam zu leugnen und sprach dann von psycho-physischem Parallelismus." Im 1. Bande seiner „Beiträge zu einer Kritik der Sprache" zeigt Fritz Mauthner,[1] wie der Kausalbegriff zwischen Psychischem und Physischem damit umgangen wird. Mauthner sagt: „der Parallelismus erkennt nicht, daß aller Streit um Leib und Seele nur ein Wortstreit ist, daß nur die arme Menschensprache ein identisches Wesen zwei Mal benennen muß, und glaubt der Not mit einem Worte wehren zu können." Mauthner hat durch die Sprachkritik gezeigt, daß die Hilflosigkeit der Sprache, die doch unser einziges Verständigungs-, Beschreibungs- und Erklärungsmittel ist, den Grund bildet für den seit Jahrhunderten bestehenden Streit um Leib und Seele. Je nach dem man einen Vorgang betrachtet, beobachtet man einmal psychologische, ein andermal physikalische Eigenschaften. August Pauly[2] sagt am Anfang des XI. Kapitels „Pflanzenpsychologie" in seinem Werke „Darwinismus und Lamarckismus": Die psychologischen Eigenschaften werden uns durch die Mittel verraten, die nach Urteilen gestaltet werden, die physikalischen Eigenschaften durch das energetische Moment, welches im teleologischen Akt zu Tage tritt. „In sich ist beides Eins: Der seelische Akt ein energetischer." Die Ansichten, die Pauly im X. und XI. Kapitel seines Werkes entwickelt, zwingen uns, eine Psychologie des Körpers anzu-

[1] Coßmann: Elemente der empirischen Teleologie.

[1] Mauthner: Beiträge zu einer Kritik der Sprache. Band I. Sprache und Psychologie.

[2] August Pauly: Darwinismus und Lamarckismus. Entwurf einer psychophysischen Teleologie.

nehmen, d. h. nicht nur Gehirnpsychologie, sondern auch psychologische Vorgänge in jeder einzelnen Zelle des Körpers. Pauly gibt in seinem Werke einen Entwurf einer psycho-physischen Teleologie, einer Teleologie, die mit den älteren Teleologien (siehe Kap. III.) nichts als den Namen gemein hat und hat speziell im X. und XI. Kapitel den Zusammenhang dieser Teleologie mit Fragen der Vererbung gezeigt. (S. 209) Daraus, daß das Psychische selbst ein Physisches sein muß, folgt, daß diesem Psychischen Ausdehnung nicht genommen werden kann. Innere Zustände können zirkulieren (S. 165) und dadurch wird (S. 166) „eine allen zusammengesetzten Organismen eigentümliche, höchst merkwürdige Eigenschaft ihrer Elemente hervorgerufen, nämlich die, daß jede einzelne Zelle eines solchen, wenn auch noch so ausgedehnten Verbandes ein dynamisches Abbild des Ganzen vorstellt". Besonders deutlich würde das an den Fortpflanzungszellen, die die Erfahrung eines ganzen, im Vergleich zu ihr, riesigen Körpers mitempfunden haben müssen, wobei der Ton auf Empfinden zu legen ist, weil es sonst unverständlich bliebe, wie ohne Empfindung der Fortpflanzungszellen die (S. 168) „Einlagerung einer unermeßlichen Zahl von teleologischen Akten psychophysischer Natur vor sich gegangen sein sollte".

Dem Lamarckschen Prinzip, das ebenso kurz wie oberflächlich als das Prinzip von der Wirkung des Gebrauchs und Nichtgebrauchs der Organe bezeichnet wird, hatte Darwin in seinem Hauptwerke „Die Entstehung der Arten" eine untergeordnete Rolle zuerteilt, während er es in dem Werke „Über das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation" mehr berücksichtigte. Roux fühlte, daß das Prinzip der Selektion zur Erklärung der Zweckmäßigkeiten im Einzelorganismus nicht ausreiche und lenkte die Aufmerksamkeit auf die Bedeutung der funktionellen Anpassung, worunter er Anpassung eines Organs an die Funktion durch Ausübung der Funktion verstand. Zahlreiche Beispiele der funktionellen Anpassung oder der Selbstgestaltung des Zweckmäßigen hatte man erst nach Erscheinen von Darwins Hauptwerk kennen gelernt: so hatte z. B. Roux[1] im Jahre 1878 Gesetzmäßigkeiten in der Arterienverzweigung gefunden, daß „der Betrieb der Blutverbreitung mit dem Minimum von lebendiger Kraft und von Wandungsmaterial geschieht." Zu den ersten Entdeckungen der funktionellen Selbstgestaltung des Zweckmäßigen gehörten die Beobachtungen, die der Anatom Hermann Meyer und Culmann, der Schöpfer der graphischen Statik an der Spongiosa in den Knochen des Menschen machten. Culmann wies 1867 Hermann Meyer darauf hin, daß die Substantia spongiosa der Knochen eine gesetzmäßige Architektur besitze, „welche an jeder Stelle genau die Linien stärksten Druckes oder Zuges, dem das Organ ausgesetzt ist, darstellt". Mit dem geringsten Materialaufwand war im Knochen die größtmöglichste Festigkeit erreicht, ein Ideal, wie es die moderne konstruktive Technik zu verwirklichen sucht. Roux wies darauf hin, daß niemand behaupten könne, daß „einmal die Ersparnis von 6 Knochenbälkchen im Kampf ums Dasein entscheidend gewesen wäre und so sich vererbt hätte" und behauptete, daß diese funktionelle Anpassung nach mehreren Generationen erblich werden müßte, eine Bemerkung, die er später (im „Kampf der Teile im Organismus") einschränkte, worauf ich noch später ausführlich eingehen will.

Wir wollen nun die Frage untersuchen, ob sich eine Vererbung der zweckmäßigen inneren Architektur beim Menschen nachweisen läßt. Von besonderem Interesse müssen für diese Frage Arbeiten vergleichend-anatomischen Inhaltes sein und dieser Arbeit ist eine Arbeit von R. Schmidt zu Grunde gelegt, die im Jahr 1899 erschien unter dem Titel: „Vergleichend anatomische Studien über den Bau der Knochen und seine Vererbung". R. Schmidt gibt einen Vergleich der Befunde im Entwicklungsleben des Individuums mit denen der Art, er gibt ein Bild von der Entstehung der Spongiosaarchitektur. Darnach war (S. 96) der Knochen ursprünglich ein massives Gebilde, das erst nach vielen Generationen

[1] **Roux: Ges. Abh. Band I. a) Über die Verzweigungen der Blutgefäße des Menschen. 1878. b) Über die Bedeutung der Ablenkung des Arterienstammes bei der Astabgabe. 1879.**

eine besondere Architektur erhielt. Je älter das Tier individuell und phyletisch sei, um so deutlicher trete die Architektur auf, die beim Menschen die höchste Entwicklung erreiche. Die verschiedenen Stufen des Fortschritts bedürften für ihre phyletische Entwicklung großer Zeiträume. „Nach vielen Generationen werden die durch die Funktion erworbenen vorteilhaften Strukturverhältnisse auf die Nachkommenschaft vererbt, d. h. entstehen schon embryonal ohne Reiz“. S. 106. Die Phylogenie inclus. Paläontologie entwickele dasselbe Bild der Entstehung der Spongiosaarchitektur, das sich uns in der Individualentwicklung biete. „Die durch die Funktion erworbenen Eigenschaften sind erblich geworden.“ In den Hauptzügen sei schon bei den Embryonen die Spongiosaarchitektur vorhanden. Man könne ein Konvergieren der Zug- und Druckbälkchen beobachten.

Nachdem einmal die Entdeckung des gesetzmäßigen Knochenaufbaus gemacht war, erweiterten viele Forscher unsere Kenntnisse über diese funktionelle Selbstgestaltung. Ich nenne Julius Wolff, H. Wolfermann, K. Bardeleben, Merkel, Aeby, Langerhans, Marshall, Strasser, Roux, R. Schmidt, Küster, Martiny, Rabe, Zschokke, Gebhardt (und viele andere). Derjenige, der an der Ausgestaltung dieser Entdeckung den größten Anteil hat, ist Julius Wolff. In dem Werke „Das Gesetz der Transformation der Knochen“ (erschienen 1892) faßte er die früher erschienenen Artikel zusammen und sprach sich auch über die Vererbung der zweckmäßigen Bildungen in den Knochen aus. Er meinte (S. 75) die Regelmäßigkeit in der Anordnung der Architektur entwickle sich schon im intrauterinen Leben, sie könne nicht als Folge statischer Inanspruchnahme des Knochengewebes aufgefaßt werden, sondern die regelmäßige Anordnung sei „einfach durch Vererbung vom elterlichen Organismus auf den Fötus übertragen“. Lange vor der Zeit z. B., in der das Kind seine ersten Steh- und Gehversuche mache, sei die Architektur des Oberschenkels in einer für spätere Altersstufen passenden Diensttauglichkeit vorhanden. Bei der Ossifikation des Knorpels bekomme jede einzelne Stelle die für diese Stelle notwendige Architektur, so z. B. entwickle sich „in demjenigen Teile der Knorpelanlage, welcher der Stelle des späteren collum femoris entspricht, sofort bei der ersten Verknöcherung die für diese Stelle charakteristischen, bogenförmig aufsteigenden Druck- und Zugbälkchen“. Die spätere Architektur des Knochens sei an den entsprechenden Stellen des Knorpels schon latent in letzterem vorhanden. Mit dem Fortbestehen der Architektur im späteren Leben verhalte es sich anders: „Das Fortbestehen der normalen Architektur funktionierender Knochen sei lediglich als eine Wirkung der normalen Inanspruchnahme der Knochen bei der Funktion anzusehen, stehe also in direkter Abhängigkeit von der Funktion“. Schon im Jahre 1870 hatte Julius Wolff Abbildungen veröffentlicht, die die Vererbung der inneren Knochenarchitektur zeigen sollten, in dem Artikel „Über die innere Architektur der Knochen“[1] bildete er zwei Fournierschnitte ab vom Neugeborenen und einem $1^1/_4$ Jahre alten Kinde. Auf diese sowie auf die Abbildungen in R. Schmidts Arbeit, die menschliche Föten betreffen, will ich bei Gelegenheit meiner eigenen Untersuchungen eingehen, vorher möchte ich der Wichtigkeit halber erwähnen, was Anatomen wie Gegenbaur und Rauber über die Frage der Vererbung innerer Knochenarchitektur gesagt haben. Gegenbaur sagt das gleiche wie Julius Wolff: Daß die innere Knochenarchitektur zustande komme, bevor die Funktion sie erforderlich mache. Er zeigt,[2] daß die Apophysenbildung zu einer Periode auftrete, zu der Muskelwirkung noch nicht bestehe und meint, solche Einrichtungen, die nicht auf Rechnung von Muskeltätigkeit gesetzt werden könnten, müßte man als ererbte bezeichnen. Nun könnte man aber beobachten, daß die Apophyse sich später unter Muskeleinfluß in der ererbten Richtung weiter bilde und man gelangte so zu der Vorstellung, daß die ursprüngliche Apophysenbildung eine ähnliche Ursache hätte. Die vergleichende Anatomie zeige uns auch verschiedene Zustände der Aus-

[1] Virchows Archiv. 50. Band. 1870.
[2] Gegenbaur: Lehrbuch der Anatomie des Menschen. IV. Aufl. 1890. S. 145.

bildung jener Apophysen bis zu solchen Zuständen hinab, wo sie autogenetisch noch gar nicht bestand, sondern erst aus der erlangten Beziehung zum Muskel sich entwickelte. Daraus folgt, daß auch die ererbten Einrichtungen einmal erworben wurden. Deshalb sind die am Skelett während des postembryonalen Lebens allmählig hervortretenden Eigentümlichkeiten von so großer Bedeutung, weil sie den Weg kennen lehren, auf welchem Umgestaltungen in langsam, aber stetig fortschreitender Weise entstehen".

Auch Rauber[1] (Kopsch) gibt an, daß die erste Entstehung der inneren Knochenarchitektur im Fötalzustande vorgebildet sei. „So gewiß es ist, daß dies auf Vererbung beruhen muß, so kann doch andererseits auch in dieser Beziehung Zug und Druck der fötalen Muskulatur schwerlich ohne Mitwirkung bei dem Vollzuge dieser Vererbungserscheinungen bleiben".

Sowohl bei Julius Wolff wie bei R. Schmidt fällt die scharfe Unterscheidung auf, die beide Autoren machen zwischen: intrauterin und extrauterin. So scheidet ja z. B. Julius Wolff scharf die Entstehung der fötalen Architektur von der im späteren Leben. Nun hat aber Roux und, wie mir scheint, mit Recht, darauf hingewiesen, daß eine solche strenge Scheidung zwischen embryonalen, d. h., wie es gewöhnlich verstanden wird: Intrauterinem und Postembryonalem oder Extrauterinem nicht gemacht werden kann und darf. Der Moment der Geburt ist im Grunde ein äußerlicher, vor allem bildet er nicht eine Grenzscheide zwischen Ererbtem und Erworbenem. Was haben wir unter ererbt zu verstehen? Roux beantwortet dies in dem Satz,[2] daß unter „vererbt" Bildungen zu verstehen seien, „welche schon die Vorfahren eines Individuums besaßen und ohne weiteres auf die Nachkommen übertragen haben". Der Ton in diesem Satz ist auf „ohne weiteres" zu legen, d. h. die Kinder brauchen keine Tätigkeit anzuwenden. Bildungen werden aus inneren Ursachen „von selber" auf die Kinder übertragen. Roux weist auf einen Irrtum hin, welcher bei der Beurteilung der Erblichkeit von Bildungen oft gemacht wird. Er hält es für falsch, daß von vielen nur die Bildungen als ererbte angesehen werden, die angeboren sind und meint:[1] „Weder sind alle regelmäßig angeborenen Bildungen als direkt vererbt anzusehen, noch dürfen alle Bildungen, welche nach der Geburt auftreten, als nicht vererbte, sondern erworbene gedeutet werden".

Die Architektur des coxalen Femurendes ist, wie zuerst Herrmann v. Meyer und später Julius Wolff dargestellt hat, folgende (siehe Figur 1, auf besonderer Tafel). Man sieht vor allem zwei Kurven oder Trajektorien der Spongiosabälkchen. Die einen gehen von der Adduktorenseite (das ist von der Innenseite des Knochens, rechts in Fig. 1) bogenförmig nach der Seite des Trochanters hinüber. Die anderen Spongiosabälkchen kreuzen sie, sie gehen von der Seite des Trochanters (links in Fig. 1) nach der Adduktorenseite hinüber. Die ersten sind die Druck-, die andern die Zugtrajektoren. Außerdem ist noch eine Anzahl von der Adduktorenseite ausgehender nach oben und innen in den Kopf des Oberschenkels ausstrahlender Bälkchen vorhanden. Dies ist das Bild, wie man es auf einem in frontaler Richtung durch das Oberschenkelbein geführten Schnitte beim Erwachsenen erhält.

Julius Wolff und R. Schmidt waren nun, wie oben schon bemerkt, der Ansicht, daß diese Struktur sich vererbe und sich schon in fötalen Knochen und Knochen von Neugeborenen nachweisen lasse. Vergleicht man aber die Abbildungen der beiden Autoren mit ihren Behauptungen im Text, so fällt auf, daß von einer solchen Bogenstruktur, wie sie im Femur des Erwachsenen (Fig. 1) ohne weiteres hervortritt, nichts gesehen werden kann. Julius Wolff bildete in seiner Arbeit „Über die innere Architektur der Knochen" einen Oberschenkel eines Neugeborenen ab, an dem nur Längsstruktur zu erkennen ist. Auch R. Schmidt bildet auf Tafel V zu seiner Arbeit „Vergleichend anatomische Studien über den mechanischen Bau der Knochen und seine

[1] Rauber-Kopsch: Lehrbuch der Anatomie des Menschen. VII. Aufl. 1906. S. 363.

[2] Roux: Gesammelte Abhandl. Bd. I. S. 203.

[1] Roux: Gesammelte Abhandl. Bd. I. S. 200.

Vererbung“ als Figur 18 ein frontales Längsfournierblatt aus dem Femur eines menschlichen Fötus von 7 Monaten ab. Seine Figur 20 stellt ein frontales Längsfournierblatt aus dem Femur eines Rinderfötus von 20 Wochen dar und seine Figur 21 ein frontales Längsfournierblatt aus dem Femur eines Pferdefötus von 36 Wochen. An allen 3 Abbildungen, besonders bei der des menschlichen Fötus ist von einer Konvergenz nichts zu sehen, speziell in dem koxalen Teile letzterer Abbildung sieht man überhaupt kaum Spongiosabälkchen und diese zeigen Längsstruktur. So stehen die Abbildungen der beiden Autoren mit ihren Textangaben direkt in Widerspruch. Dazu kommt noch, daß die Abbildungen recht mangelhaft sind, so daß ein klarer Schluß aus ihnen nicht gezogen werden kann.

Diese Sachlage gab mir den Anlaß, jenen Widerspruch, der in den Arbeiten von Julius Wolff und R. Schmidt, zwischen Text und Abbildungen besteht, durch eigene neue Untersuchungen dieses Gegenstandes zu klären. Es standen mir sowohl fötale Knochen als auch Oberschenkel von Neugeborenen und älteren Kindern zur Verfügung. Und zwar fötale aus dem 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. Monat, je ein Knochen vom Neugeborenen, einem 14 Wochen, 5 Monat, 1 Jahr, 1 Jahr 4 Monat, 1¾ Jahr, 2 Jahr 8 Monat alten Kindern. Die Abbildungen, die Julius Wolff und R. Schmidt gaben, waren photographische Aufnahmen von Fournierschnitten. Julius Wolff[1] hat zwar später auch Röntgenaufnahmen menschlicher Knochen gemacht, meines Wissens aber nicht von fötalen und jugendlichen Knochen in den ersten Lebensjahren. Ich machte Röntgenaufnahmen der fötalen Knochen und erwähne hierbei, was vielleicht für spätere Untersucher von Wert ist, daß man gut daran tut, eine möglichst kurze Exposition anzuwenden. Am besten macht man Momentaufnahmen, denn die Aufnahmen, die bei längerer Exposition gemacht wurden, lieferten ein schlechtes Bild von der inneren Struktur der Knochen. Auch bei den älteren Knochen versuchte ich zuerst eine längere Exposition, zuerst 15 Sekunden, dann 10 Sekunden, bis ich zu 3 Sekunden gelangte.

Die Figur 2 ist eine vergrößerte Röntgenaufnahme eines in frontaler Richtung durch das koxale Femurende geführten Fournierschnittes aus der Mitte des Knochens des Neugeborenen. Die Knochen auf dem 4.—9. Fötalmonat sind nicht abgebildet, weil sie im kleinen Maßstabe genau die gleichen Verhältnisse zeigen, wie der Neugeborene. An diesem sieht man nun folgendes: Die Epiphyse ist noch knorpelig, in dem verknöcherten Teile aber gehen die Spongiosabälkchen fächerförmig auseinander und es läßt sich keinerlei Konvergenz der Bälkchen der Adduktorenseite zu der der Trochanterseite erkennen. Man vermißt also beim Neugeborenen und ebenso im fötalen Leben überall jenes Bild der Bögen, das beim Betrachten des Oberschenkels von einem Erwachsenen sogleich auffällt. Diese Tatsache der Längsstruktur beim Neugeborenen und im fötalen Leben hat vielleicht nichts Verwunderliches, wenn man bedenkt, daß zur Ausbildung sich kreuzender Bögen gewissermaßen noch kein Raum da ist. Vergleicht man nämlich einen fötalen Oberschenkel mit einem Oberschenkel nach der Geburt, so erscheint der fötale neben dem nach der Geburt wie ein Stab ohne Krücke, d. h., da der Schenkelhals noch gar nicht ausgebildet ist, sind Schenkelkopf und der zuerst angedeutete Trochanter ganz nahe bei einander und sind mehr als im späteren Leben eine gerade Fortsetzung des Oberschenkelschaftes.

Durch die Figur 2 ist der Nachweis gebracht, daß die Struktur beim Neugeborenen, und da die Struktur bei fötalen Knochen sich ganz gleich verhält, auch diese mit der späteren Struktur beim ausgewachsenen Oberschenkel nicht verglichen werden kann. Es ergibt sich nun als nächste Frage: „wann erscheinen denn eigentlich nun diese Bogenstrukturen oder besser ausgedrückt, „zu welchem Zeitpunkte nach der Geburt läßt der Knochen eine Umformung zu der spä-

---

[1] Julius Wolff: Über die Wechselbeziehungen zwischen der Form und der Funktion der einzelnen Gebilde des Organismus. 1901.

a b



Figur 1.

Frontalschnitt, durch die Mitte eines Oberschenkels vom Erwachsenen geführt.

Nach einer photographischen Aufnahme. (Natürliche Grösse.)

a Trochanter (Knorren) des Oberschenkels. b Kopf (Kugel) des Oberschenkels. c Aussenseite. d Innenseite des Oberschenkels.







Fig. 2.
3 mm dicker, frontaler Fournierschnitt, durch die Mitte eines Oberschenkels vom Neugeborenen geführt (Röntgenaufnahme, vergrößert).

Fig. 3.
3 mm dicker, frontaler Fournierschnitt, durch die Mitte eines 14 Woch. alten Oberschenkels geführt (Röntgenaufnahme, vergrößert).

Fig. 4.
3 mm dicker, frontaler Fournierschnitt, durch die Mitte eines 5 Monat alten Oberschenkels geführt (Röntgenaufnahme, vergrößert).

a Trochanter (Knorren) des Oberschenkels, b noch knorpelige Epiphyse, c Kopf (Kugel) des Oberschenkels, d Außen-, e Innenseite des Oberschenkels.

teren definitiven Bogenstruktur erkennen?“

Den Anfang zu dieser Umformung kann ich bei einem Oberschenkel, 14 Wochen nach der Geburt nachweisen. Figur 3 stellt eine vergrößerte Röntgenaufnahme eines 3 mm dicken, auf einer Handsäge mit zwei Blättern hergestellten Fournierschnittes dar, der durch die Mitte des Knochens geführt ist. Vergleicht man diese Figur mit Figur 2, so sieht man, daß eine Umwandlung stattgefunden hat. Man darf natürlich nicht jetzt schon die Bogen, wie sie beim Erwachsenen (Fig. 1) sich finden, erwarten, jedenfalls aber ist schon eine Durchflechtung der Spongiosabälkchen sichtbar. Die Fächerform der Spongiosabälkchen in Figur 2 vom Neugeborenen ist gestört und es beginnt eine Konvergenz der Bälkchen sich auszubilden. Diese Konvergenz wird nun im späteren Leben deutlicher. In Figur 4 ist die vergrößerte Röntgenaufnahme eines frontalen Fournierblattes aus dem koxalen Femurende von einem 5 Monat alten Kinde dargestellt. Der Schnitt ist durch die Mitte des Knochens geführt. Noch deutlicher als in Figur 3 sieht man die Umformung, die hier weiter fortgeschritten ist, indem die Bälkchen der Adduktoren- oder Innenseite sich mit denen der Trochanter- oder Außenseite zu schneiden anfangen.

Ein oberflächlicher Beobachter wird sagen, daß mit dem Nachweise der bogenförmigen inneren Architektur bei den beiden femora nach der Geburt der Anschein erweckt sei, daß diese Bildungen nicht vererbt, sondern erst vom Träger neu erworben seien. Da läßt sich nun

von meiner Seite der Einwand machen, daß bei dem 14 Wochen und 5 Monat alten Kinde doch die Statik und ihr Einfluß auf innere Knochenbildungen ausgeschaltet werden kann, da ja Geh- oder Stehversuche in so früher Jugend ganz wegfallen. Ich betone den Wegfall der Statik so, weil in den Julius Wolffschen Abhandlungen die Frage der inneren Architektur ganz vom statischen Standpunkte betrachtet wird. Er ist, gewissermaßen, damit ein Lieblingsgedanke Julius Wolffs durchgeführt werden kann: den Oberschenkel mit einem Krahn zu vergleichen, von Muskeln und Sehnen losgelöst. Man könnte mir aber nunmehr entgegenhalten, daß vielleicht doch das Anstemmen der Füße gegen eine feste Unterlage den Beginn einer Umformung bedingen könnte und ferner könnte man mit Roux sagen,[1] daß schon kurz nach dem Anfange ihrer Bildung die betreffenden Muskeln mit ihren Sehnen, Aponeurosen und Fascien, sowie die Skeletteile mit ihren Gelenkenden, mit Kapseln und Bändern unter dem gestaltenden Einflusse dieser Funktion ständen und daß wir nicht imstande wären, zu beurteilen, wie viel „direkt vererbt“, wie viel durch funktionelle Anpassung erworben ist“.

Aus diesen Behauptungen und Einwendungen gegen sie kann man erkennen, daß bis jetzt durch die einfache Beobachtung der Erscheinungen ein Beweis für die Vererbung in unserem Falle nicht geführt werden kann. Es hängt da mehr von der persönlichen Vorliebe des Einzelnen ab, sich positiv für Vererbung zu entscheiden, als von den beobachteten Tatsachen. Die Einwände, die in unserem Falle gemacht werden können, lassen eine Zweideutung zu und man wird vielleicht der Frage etwas näher kommen, wenn man einmal experimentell bei Tieren den Einfluß der Muskeln durch Lähmung ausschaltet und zusieht, was dann geschieht. Allerdings: negativ erscheint mir das Problem der Vererbung in unserem Falle auch dann noch nicht gelöst, wenn man glaubt, die Erscheinungen der inneren Knochenarchitektur mit Muskeleinflüssen erklärt zu haben. A. Bernays[1] sagt dazu: „Wir würden uns übrigens jener Annahme einer Vererbung von Einrichtungen auch dann nicht entschlagen können, wenn wir dem Muskelspiel selbst gleich bei der ersten Differenzierung eine Rolle zuteilen wollten, denn jene Aktion setzt ja doch eine ganz bestimmte Disposition der bezüglichen Organe voraus, die uns wieder auf eine vererbte Anlage zurückleitet. Aber selbst wenn wir noch weiter zurückgehen, bleibt uns die Annahme einer Vererbung nötig. Es ist daher eine große Selbsttäuschung, zu glauben, daß mit der Annahme einer ausschließlichen Wirkung der Muskeln bei der Differenzierung der Gelenke das Spiel gegen das hereditäre Moment gewonnen sei“.

[1] Roux: Gesammelte Abhandl. Bd. I. S. 201.

Zum Schluß möchte ich noch einige kritische Bemerkungen zu Äußerungen über Vererbung machen, wie sie in den zitierten Worten von Julius Wolff und Rauber vorkommen. Wolff sagt[2]: „Es ergibt sich, daß die ganze spätere Architektur des Knochens gewissermaßen an den entsprechenden Stellen des Knorpels schon latent in diesem vorhanden ist“, und die Architektur wäre schon zu einer Zeit, in der die späteren statischen Beziehungen noch nicht zur Geltung kämen, vorgebildet. Rauber meint Zug und Druck der fötalen Muskulatur könnten schwerlich ohne Mitwirkung bei dem Vollzug von Vererbungserscheinungen bleiben. Die Ausdrücke latent, vorgebildet, Vollzug erscheinen mir verschleiernd. Vorgebildet ist schließlich der ganze Organismus im Ei, er ist auch im Ei latent vorhanden. Bei Vererbungserscheinungen ist mit Ausdrücken wie latent nichts anzufangen. Was vererbt ist, muß, damit man es beurteilen kann, sichtbar sein. Auch der Ausdruck „Vollzug“ ist nicht glücklich. Vererbungserscheinungen, die vollzogen werden: eine solche Wendung ist eine contradictio in adjecto. Denn Wilhelm Roux sagt mit Recht: Ererbt sind nur diejenigen Bildungen, welche auf die Kinder ohne deren Zutun über-

[1] A. Bernays: Die Entwicklungsgeschichte des Kniegelenkes des Menschen, mit Bemerkungen über die Gelenke im allgemeinen. Morphol. Jahrbücher. 1878. S. 444.

[2] Wolff: Virchows Archiv. 50. Band. 1870.

gehen. Ein Vollziehen aber bedeutet immer eine Tätigkeit, etwas Aktives, etwas Erwerbendes.

Beim Lesen des Wolffschen Werkes „Das Gesetz der Transformation der Knochen“ fiel mir die Stellung Wolffs zur Teleologie, d. h. Zweckmäßigkeitslehre auf. Es lag ja für ihn sehr nahe, diese Frage zu beleuchten, da gerade Wolff es war, der Entdeckungen auf dem Gebiete zweckentsprechender Bildungen im Körper des Menschen machte. Die Stellung Wolffs zur Teleologie ist eine negative; dies gibt mir Anlaß, seine Ansichten im 2. Teil dieser Arbeit einer Kritik zu unterziehen.

Wolff hat mit seinen Entdeckungen, daß bei pathologisch veränderten Knochen z. B. bei schief geheilten Frakturen, bei Ankylosen, bei rhachitischen Verkrümmungen, bei Deformitäten eine der neuen Funktion entsprechende Architektur sich ausbilde, die theoretische wie die praktische Medizin gefördert. Aber Wolff wollte mehr als das, er wollte, wie wir aus den Schlußworten seines Werkes sehen, seine Entdeckungen zu neuen wertvollen Stützen naturphilosophischer Betrachtung machen.

Daß ihm dies mißlang, mißlingen mußte, hoffe ich zeigen zu können. Da Wolff sich in seinen Ausführungen ausschließlich auf Roux stützt, ist es nötig, auf den von Roux weitergebildeten Darwinismus einzugehen, wie er vorliegt in seinen beiden Schriften „Der züchtende Kampf der Teile“ oder die „Teilauslese im Organismus“, zugleich eine Theorie der „funktionellen Anpassung.“ Ein Beitrag zur Vervollständigung der Lehre von der mechanischen Entstehung des sogenannten „Zweckmäßigen“ und: „Über die Leistungsfähigkeit der Prinzipien der Deszendenzlehre zur Erklärung der Zweckmäßigkeiten des tierischen Organismus“ (1880). In der 1880 erschienenen Schrift wies Roux mit überzeugender Kraft auf die Absurdität hin, daß die ungeheuere Zahl zweckmäßiger Einrichtungen des Einzelorganismus durch die Zufallslehre des Darwinismus entstanden sein könnte. Zweckmäßige Einrichtungen konnte der Darwinismus nur in langer Zeit zustande kommen lassen, da es in seiner Natur lag, die Organismen der Aktivität zu berauben und sie zu Marionetten der Zeit herabzudrücken, zu Wesen, die nur fähig waren, die zufällig auftretende günstige Variante durch Fortpflanzung weiterzugeben, o h n e a u f d i e s e g ü n s t i g e V a r i a n t e e i n e n E i n f l u ß z u ü b e n. Die durch Passivität der Organismen bedingte Langsamkeit in der Entstehung zweckmäßiger Einrichtungen konnte Roux in einem bestimmten Fall nicht anerkennen, in einem Fall, der mit Passivität und Langsamkeit nicht erklärt werden konnte: Es war dies der Fall „was mußte alles geschehen beim Übergang eines Wassertiers zum Landleben“? Roux zeigte, daß zur Existenz notwendig war: Aktivität und schnelle Entstehung der zweckmäßigen Einrichtungen, da in dem Augenblick des Übergangs Anforderungen an den ganzen Organismus des Tieres treten, an Atmungsorgane, Organe des Kreislaufs, Muskulatur, Skelett, Nervensystem, die sofort und durch Aktivität befriedigt werden mußten. Die Aktivität und schnelle Harmonie des Organismus hätten ihm, wenn er dieses vorzügliche Beispiel in seiner ungeheuren Verallgemeinerungsfähigkeit hätte durchschauen können, zu dem Begriff der „mutual aid“, und nicht zu dem des „Kampfes der Teile im Organismus“ verhelfen können. In der Ausbildung des Begriffes „funktionelle Anpassung“, worunter Anpassung des Organs an die Funktion durch Ausübung der Funktion zu verstehen ist, war er zu einer Ausbildung nicht des Darwinismus, sondern des Lamarckismus gelangt. Wozu er nicht gelangte, war die Erkenntnis, daß Darwinismus und Lamarckismus nie eine Einheit bildeten, bilden und bilden werden, sondern daß es heißen muß: Darwinismus o d e r Lamarckismus. Der Darwinismus beraubt die Organismen der Aktivität und legt dem ganzen Körper mit Ausnahme der Fortpflanzungsorgane, die die Pflicht haben, die nützliche Variante zu vererben, einen Gipsverband an, der Lamarckismus erkennt dem Organismus zu, was des Organismus ist, Aktivität, Bedürfnisse, Mittel zur Befriedigung dieser

Bedürfnisse. Darwin übernahm Lamarcks Lehre von der Wirkung des Gebrauchs und Nichtgebrauchs der Organe in seine und übersah dabei, daß er den Monismus seiner Lehre zu einem Dualismus machte, den einheitlichen Gipsverband da, wo es ratsam erschien, aufschlitzte und ihn da, wo es nicht ratsam erschien, wieder erstarrt erscheinen ließ. Ein Dualismus aber, der 2 sich einander ausschließende Erklärungen einen will, hat das Recht der Existenz verwirkt. Roux fühlte den Dualismus nicht, das geht klar aus zwei seiner Äußerungen hervor, die seine Umbiegung zu Darwin verständlich machen: Die eine steht am Schlusse der gesammelten Abhandlungen in einer Anmerkung (S. 768), in der er sagt, „daß die in diesem Bande vereinigten Abhandlungen eine wesentliche Erweiterung des Lamarckschen Prinzipes darstellten sowie eine mechanische Erklärung dieses Prinzipes.“ Es erscheint verwunderlich, daß somit Roux einem Prinzipe, dem 80 Jahre vor ihm sein Schöpfer die Erklärung gegeben hatte, eine neue Erklärung aufpfropfte. Eine zu tiefst psychologische Theorie verträgt eine mechanistische Erklärung nie, daß aber Lamarcks Theorie eine psychologische war, geht aus seiner Vorrede zur Histoire naturelle des animaux sans vertèbres zur Genüge hervor. Die zweite Äußerung machte Roux in seinem Werke „Der züchtende Kampf der Teile im Organismus“ (auf S. 156, Ges. Abh.). Das Lamarcksche Prinzip „wird von den verschiedenen Autoren in sehr ungleichem Maße als mitwirkend zugelassen; teils weil der Grad der Erblichkeit seiner Wirkung nur sehr schwierig und zumeist nicht sicher zu beurteilen ist, teils wohl auch, weil man gar nichts über die Ursache desselben kennt und nicht weiß, ob es als ein mechanisches und alsdann möglichst auszubeutendes oder als ein metaphysisches, teleologisches, möglichst einzuschränkendes Prinzip aufzufassen ist.“

Eine mechanische Weltauffassung durfte, wenn sie sich nicht aufgeben wollte, Aktivität von Zellen, Organen und Individuen nie anerkennen. Nun mußte aber, wenn von einer Mechanik als Ursache der in diesen beobachteten Vorgänge gesprochen werden sollte, eine Verknüpfung der Ursache mit ihrer Wirkung herzustellen gesucht werden. So war bei der Annahme von Passivität oder von Regiertwerden oder Abhängigsein (Ausdrücke, die ihrem Sinne nach gleichzusetzen sind) das mechanische Prinzip gezwungen, ein aktives oder handelndes oder regierendes Aussehen zu bekommen. Aber unter diesem Zwange muß der Begriff der Mechanik, der ein transitives Moment ausschließt, als hochintellektueller Leiter in sich zusammenfallen. In jeder mechanistischen Auffassung sind danach Transivitäten auszuschließen. Eine transitive Naturbetrachtung erweist sich somit als Sturz jeder mechanistischen Weltauffassung. Aber mit intransitiven Zeitwörtern läßt sich nicht eine einzige Erklärung geben, wir sind zur Transitivität gezwungen und nur transitive Verben finden wir bei Darwin und bei Roux. „Die natürliche Zuchtwahl wird mit unfehlbarer Geschicklichkeit jede Verbesserung auflesen“ (Darwin: Arten S. 242) bei Wolff (ich komme später noch ausführlich auf diese Stellen zurück) ist es die „Natur“ (ein Ausdruck, der gewöhnlich als ästhetisch verwertbares Zugeständnis eingeführt wird), „die das Streben hat, die Funktion zu erhalten, oder die das Streben hat, Verkrümmungen gerade zu richten.“ Diese sprachlichen Auseinandersetzungen sind keine spekulativen Luxusspielereien, sondern in der Unmöglichkeit, andere als transitive Wörter anzuwenden, liegt der Kern des Aktivitätsproblems. Ein jeder Versuch, das Wort Zweckmäßigkeit, in dem gesagt ist, daß ein Zweck gesetzt ist, zu beseitigen, war ein Versuch mit untauglichen Mitteln, das geht deutlich hervor aus dem von Roux als Ersatz vorgeschlagenen „Dauerfähig“, das in seiner zweiten Silbe seine in der ersten Silbe aufgedrückte Intransitivität aufhebt und ins Transitive, Tätige verwandelt. Ein Naturforscher (Ribbert), der es für Naturbetrachtung hält, bei Vorgängen nicht nach dem Sinn, sondern nach den

Folgen dieser Vorgänge zu fragen, konnte allerdings ein intransitives Wort: Dauermäßig für dauerfähig vorschlagen, aber ein derartiges Nur nach den Folgen fragen verdient den Namen Naturforschung nicht mehr: nicht mehr geforscht wird da, sondern nur noch registriert.

In seinem „Kampf der Teile im Organismus“ zwang Roux unverstandene lamarckistische Ideen zu einer Unterstellung unter mechanische Prinzipien. Bei Darwin schuf der Kampf ums Dasein, unter Ausschaltung der Aktivität der Organismen, Zweckmäßigkeit. Roux zwängt einen Kampf der „lebenstätigen Molekel, Zellen und Gewebe“ in den Einzelorganismus hinein und läßt diesen Kampf auf mechanischem Wege das Zweckmäßige im Einzelorganismus entstehen; auf mechanischem Wege und bei Zugeständnis aktiver Eigenschaften lebender Substanz (S. 365). Gestaltende Qualitäten im Organismus nimmt Roux an (S. 188), aber, er sagt S. 189 „Führt diese Fähigkeit nicht die Teleologie und damit den glücklich durch Darwin beseitigten Dualismus wieder ein.“ Es ist dies ein bezeichnendes Wort Rouxs am Anfang seines Werkes. Er blickt auf den Weiser, der zwei Wege angibt: Der Weg zur Mechanik ist der eine, der Weg zur Teleologie ist der andere. Aber der Weg zur Teleologie war seit Darwin ein dogmatisch verbotener Weg, und es war seit ihm eine selbstverständliche Voraussetzung geworden, daß er ungangbar sei, weil es für selbstverständlich galt, daß Theismus, Metaphysik, Dualismus mit Teleologie identisch und für den „exakten“ Naturforscher zu meiden sei. Also mußte der Weg zur Mechanik des tätigen Einzelorganismus gewählt werden. Ein Kampf der lebenstätigen Molekel, Zellen und Gewebe ist aber ins Ungeheure potenzierte Unnatur. Ein Organismus ist unfähig zur Existenz, wenn ihm zu seiner Existenz seine einzelnen Teile in einem Hazardspiel seine existenzfähigen Eigenschaften erst bringen sollen. Der Organismus ist mit dieser Annahme in die Luft gesprengt. Der Organismus verlangt zu seiner Existenz auch nur in einer Sekunde ein so plötzliches zweckentsprechendes helfendes Hic rhodus, hic salta, daß ein kämpfendes Prinzip nie bestehen kann. Mit Ausnahme des Begriffs des Kampfes, der eine verzweifelte Konsequenz darwinscher Gedanken ist, sind die von Roux in diesem Werke gefundenen Gesetze und neuen Worte absolut nur lamarckistisch, d. h. als rationell aber nicht, wie Roux es will, darwinistisch d. h. mechanisch zu betrachten. Er muß (S. 365) „an die Eigenschaften lebender Substanz appellieren“, er prägt den Begriff der morphologischen Selbstregulation und zwei Gesetze der funktionellen Anpassung, die er schon in der Habilitationsschrift aufgestellt hatte, können, wenn Roux sie auch durch Mechanik erklären will, nur mit roher Gewalt ihrer jeder Mechanik verdächtigen Vernunft beraubt werden: „Die stärkere Funktion vergrößert das Organ bloß in denjenigen Dimensionen, welche die stärkere Funktion leisten“ und „die stärkere Funktion ändert die qualitative Beschaffenheit der Organe, indem sie die spezifische Leistungsfähigkeit derselben erhöht.“ Der Rationalität noch verdächtiger und die Vernunft in Person ist der funktionelle Reiz, der die Zellen kräftigt (S. 244) (266) und z. B., das aber nur ein Einzelbeispiel darstellt, die äußere Zunahme der Röhrenknochen nicht stetig fortschreiten, sondern vernünftig, d. h. zu einem Zeitpunkt, zu dem es zweckmäßig erscheint, aufhören läßt.

Die Unterstellung der, wenn auch nur widerwillig anerkannten Aktivität und inneren Vernünftigkeit der Zellen unter Mechanik wurde bei Roux zu einem noch klarer erkennbaren Bankerott des Darwinismus als bei Darwin selbst, dessen Mechanik bei Nichtbeachtung von Aktivität konsequenter war.

II.

Es war notwendig, auf die Rouxschen Lehren einzugehen, weil Wolffs Werk „Das Transformationsgesetz der Knochen“ in seinem naturphilosophischen Teil auf Rouxschen Lehren aufgebaut ist. Wolff versteht unter dem Transformationsgesetz dasjenige (S. 2), „nach welchem im Gefolge primärer Abänderungen der Form und Inanspruchnahme der Knochen, bestimmte, nach mathematischen Regeln eintretende Umwandlungen der inneren

Architektur und ebenso bestimmte, denselben mathematischen Regeln folgende sekundäre Umwandlungen der äußeren Form der betreffenden Knochen sich vollziehen.“ Im Jahr 1867 hatten der Anatom H. v. Mayer und Culmann, der Schöpfer der graphischen Statik, die Entdeckung gemacht, daß in den menschlichen Knochen die Knochenbälkchen nicht regellos durcheinanderlaufen, sondern in ihren Anordnungen den Druck- und Zuglinien der graphischen Statik entsprechen und Wolff entdeckte, daß sich auch bei pathologischen Knochenveränderungen, z. B. bei einem schief geheilten Bruche eine der neuen Funktion entsprechende innere Architektur ausbilde. Im Jahre 1872 [1] sprach er sich über die Ursache dieser Erscheinung aus: „Alle Stoffzunahme des Knochens und ebenso aller Schwund von Knochensubstanz ist ausschließlich von den statischen Bedingungen abhängig, unter welchen der Knochen sich befindet. Das Agens dieses Abhängigkeitsverhältnisses ist bei physiologischen Zuständen das Streben zur Erhaltung der Funktion, d. i. der statischen Diensttauglichkeit des Knochens, bei pathologischen Knochenkrümmungen das Streben zur Wiederherstellung der Funktion.“ Wolff stellt nun fest, daß in diesen Sätzen schon das ausgesprochen sei, was Roux im „Kampf der Teile“ mit dem Ausdruck funktioneller Reiz, der trophisch wirke, bezeichnet hätte und nimmt Rouxs mechanische Erklärung an: „Die zufällig in der Richtung des Druckes gelegenen Knochenbälkchen würden stärker gedrückt, also auch stärker ausgebildet, die in anderen Richtungen gelegenen Teile kämen infolge der Reizentziehung dauernd in Wegfall. Es sei so mit der Nachweisung der trophischen Wirkung des Reizes die funktionelle Anpassung auf den Kampf der Teile im Organismus zurückgeführt, so daß ihre direkt das Zweckmäßige hervorbringende Wirksamkeit nicht mehr als eine teleologische, sondern als eine mechanische aufzufassen sei.“

Daß die zweckmäßige neue Struktur des schief geheilten Bruches mechanisch durch den funktionellen, trophisch wirkenden Reiz erklärt sei, ist ein Selbstbetrug Rouxs und Wolffs. Es müßte, um die mechanische Ursache dieser Erscheinung festzulegen, gezeigt werden, daß der Knochen auf alle mechanischen Einwirkungen in gleicher Weise reagiert, oder daß er da, wo kein Druck ausgeübt wird, nicht mit Verstärkung der Substanz antwortet. Was aber das Letztgenannte angeht, so suchen wir z. B. bei Roux nach einer Erklärung der Massivität des Felsenbeins. Und wir erhalten bei ihm eine Erklärung, die ich wegen ihrer ausweichenden Verlegenheit zitieren möchte: Roux meint nämlich,[1] daß das Felsenbein wohl akustischen Gründen seine Züchtung durch Individualauslese verdanke. Und kann überhaupt nachgewiesen werden, daß der Knochen auf alle mechanischen Einwirkungen gleich reagiere? Nein, auch nicht. Da, wo Blutgefäße durch ihn laufen, schwindet er und ebenso schwindet er an den Gehörknöchelchen, die anstatt größer, durch Steigerung ihrer Funktion gerade kleiner werden.

Diese heterogenen Leistungen des trophischen Reizes der Funktion, die hier bei den wenigen aufs Geratewohl gewählten Beispielen angenommen werden müssen, heben eine mechanische Auffassung dieser Leistungen auf. Diese Beispiele sind nur wenige von vielen, die gegeben werden können. Wie aber kann Zweckmäßigkeit erklärt werden, wenn eine mechanische Erklärung für sie nicht gefunden werden kann. Ehe ich darauf eingehe, möchte ich eine Kritik der Wolffschen naturphilosophischen Anschauungen geben.

Die Transitivität, die der Sturz jeder mechanischen Naturbetrachtung sein muß, wurde auch für Wolff verhängnisvoll. In dem Zitat aus Wolff auf voriger Seite zeigt ein naives Wort, daß jede mechanische Naturbetrachtung unmöglich ist. Es ist das Wort „Streben.“ Dies Wort kommt öfter vor (S. 76, 139) und hat ihm den Rouxschen Vorwurf [2] eingetragen, daß er mit teleologischem Winde segele. Wolff verwahrt sich zwar (S. 33, Anmerk. 4) in einer Anmerkung gegen

[1] Arch. f. klin. Chir. S. 301.

[1] Kampf. S. 345. Anm. 2.

[2] Krit. Refer. über das Gesetz der Transf. der Knochen. 1893.

eine teleologische Auffassung dieses Wortes, wenn er sagt: „Ausdrücke, wie ich sie hier und im folgenden bezüglich des „Strebens und Wirkens“ der Natur gewählt habe, wird man nicht mißverstehen und namentlich nicht etwa im Sinne einer teleologischen Auffassung deuten. Es kam mir nur darauf an, bei dem hier zu erörternden teilweise schwierigen Stoff überall einen leicht verständlichen Ausdruck zu finden.“ Wolff geht hier mit Leichtigkeit über ein Problem hinweg, das ich in seiner Tiefe schon andeutete. Ein andermal ist es nicht ein Streben, das anders als teleologisch überhaupt nicht bezeichnet werden kann, sondern es stellt zur rechten Zeit als Transitivum das Wort Natur sich ein. Zum Beispiel sagt Wolff (S. 25), „daß die Natur den Knochen in ähnlicher Weise aufgebaut hat, wie der Ingenieur seine Brücke“, S. 36 nützt sie eine Möglichkeit aus oder „die Natur erreicht ihr Ziel.“ Aber Roux hat eigentlich nicht das Recht, Wolff auch wegen dieses Ausdrucks (S. 751. Referat) anzugreifen, denn Roux (Wolff wiederholt es übrigens S. 35) setzt über sein Kapitel IV „Differenzierende und gestaltende Wirkungen der funktionellen Reize“ das Schillersche Wort „Es ist der Geist, der sich den Körper baut.“ Es muß gegen den Gebrauch dieses Mottos von Rouxs Seite Front gemacht werden, denn es ist doch nur der Herren eigener Geist, der sich in diesem Kapitel äußert und es berührt eigentümlich, einem Kapitel mechanistischer Auffassung ein Wort vorgesetzt zu finden, das eine psychologische Ursache von Körpergestaltung annimmt. In diesem Motto liegt eine tiefe Wahrheit verborgen, und es ist durchaus verwerflich, Dichter nur zum Schmuck herbeizuholen und ein Wort zu benützen, das wohl Lamarcks Lehre, aber weder Darwins noch Rouxs Lehre verdient.

Wolff, der der Natur ein Streben zuerkennt und die Fähigkeit mathematische Probleme zu lösen, hat dennoch, wie wir sahen, sich zu einer mechanischen Auflösung dieser Fähigkeiten bekannt und schließt eine teleologische Auffassung ganz aus, wie es aus dem 9. Kapitel des 6. Abschnittes hervorgeht. Dieses Kapitel, aus dem wir erfahren, was im Jahre 1892 noch ernsthaft unter Teleologie verstanden wurde, ist von einer Naivität, die die Kritik herausfordert. Man hat den Eindruck, als ob dies Kapitel nur geschrieben wurde, um die Teleologie lächerlich zu machen. Wolff sagt, daß die durch das Transformationsgesetz dargebotene Auffassung von der mechanischen Entstehung des Zweckmäßigen es uns erst ermögliche, das nur dem Anschein nach Unzweckmäßige von dem wirklich Unzweckmäßigen und ebenso das scheinbar Zweckmäßige von dem tatsächlich Zweckmäßigen zu unterscheiden, während wir bei teleologischer Auffassung in die Gefahr gerieten, das Zweckmäßige der organischen Bildungen in irrtümlicher Weise lediglich nach dem, was uns auf den ersten Blick als schön oder der Norm entsprechend oder für den Menschen bequem und vorteilhaft erscheint, zu beurteilen. Er fährt dann wörtlich fort: „Wir haben bei unseren Betrachtungen über die Entstehung der Deformitäten gesehen, daß bei Abänderungen der Inanspruchnahme eines normal gestalteten Knochens der Natur dem Anschein nach ein ganz anderer Weg der funktionellen Anpassung des betreffenden Knochens an die veränderte Inanspruchnahme offen stehen würde, als derjenige, den sie in Wirklichkeit einschlägt.

Sie könnte anscheinend ebenso, wie es seitens des Mathematikers bei einer ihm für die Zeichnung seiner Spannungskurven analog gestellten Aufgabe geschieht, die normale Gestalt des Knochens unverändert fortbestehen lassen, und nur die innere Architektur desselben der veränderten Inanspruchnahme anpassen. Es wäre dies der Weg, welcher, teleologisch aufgefaßt, uns als der richtigste erscheinen müßte, weil dabei die Natur dem Kranken den Vorteil darböte, seine schöne normale Knochenform zu behalten. Statt dessen ändert die Natur, wie wir gesehen haben, behufs Verringerung des Quantums der bei der betreffenden Anpassung erforderlich werdenden Architekturtransformationen außer der Architektur auch noch die Form ab; sie erzeugt in solcher Art beispielsweise bei der Anpassung des Fußes an die Einwärtskehrung desselben die Klumpfußform der Knochen, und bei der Anpassung des Thorax an seine zusam-

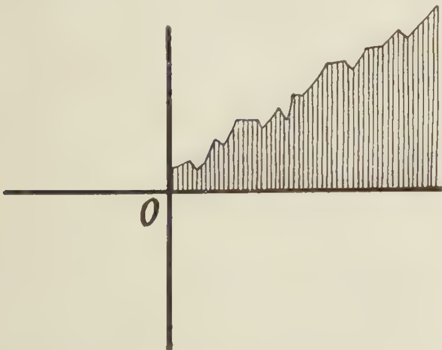
mengehockte Haltung die skoliotische Knochenform. Die Natur bringt also die Deformität hervor — die Deformität, welche, teleologisch aufgefaßt, unserem, wie Du Bois Reymond sagt, „menschlich betrachtenden Sinne“ als etwas sehr Unzweckmäßiges erscheint, weil sie eine von der Norm abweichende unschöne Bildung darstellt, welche aber dennoch in Wirklichkeit durchaus regelrecht nach den Gesetzen der mechanischen Bildung des Zweckmäßigen entstanden ist.

Unbekümmert darum, ob die Form, welche sie bildet, der normalen Form mehr oder weniger ähnlich ist, und ob sie demgemäß dem Menschen mehr oder weniger gefällt, wählt die Natur unter neuen Verhältnissen denjenigen Weg der Herstellung des Zweckmäßigen, auf welchem sie mit möglichst geringer Arbeit, d. i. mit einem möglichst geringen Quantum von Aufbau neuer und Schwund alter Partikelchen zu dem einzigen für sie bestehenden Ziele gelangt, zu dem Ziele, Formen zu erzeugen, bei welchen unter jenen neuen Verhältnissen wiederum die größte Leistungsfähigkeit mit dem geringsten Materialaufwande erreicht wird.“

Man scheint bisher, obwohl die zahlreichen Arbeiten über Transformationen sich auf die Wolffschen Arbeiten zurückbeziehen, diese Stelle übersehen zu haben, die der Kritik wegen ihrer angeblichen Naturphilosophie bedarf. Wolff vermischt in einer Art, die nur als sentimental bezeichnet werden kann, eine unechte Teleologie mit Anforderungen aus der Ästhetik. Er meint, man müsse die Bildungen, wenn man sie mit dem „menschlich betrachtenden Auge“ ansähe, als unzweckmäßig bezeichnen; hierbei hat er übersehen, daß eine ernst zunehmende Teleologie keine anthropomorphische zu sein braucht, wie ich später auseinanderzusetzen gedenke, daß sie aber vor allen Dingen mit Ästhetik, Begriffen von Schönheit und normaler Form nichts zu tun hat. Der Satz: „Es wäre dies der Weg, welcher, teleologisch aufgefaßt, uns als der richtigste erscheinen müßte, weil die Natur dabei dem Kranken den Vorteil darböte, seine normale Knochenform zu behalten,“ schreibt der Teleologie ästhetische Forderungen zu, mit denen eine wahre Teleologie nichts zu tun hat. Ein Mensch, der sagen würde, diese Form ist unzweckmäßig, weil sie mir nicht gefällt, ist für Wolff mit Recht lächerlich, nur darf Wolff nicht meinen, daß mit Sätzen, wie er sie in einer Anmerkung bringt, die uralte ernste Frage der zweckmäßigen Bildungen erledigt sei. Wolff betrachtet es (S. 147, Anmerk. 1) als eine charakteristische Äußerung in teleologischem Sinne, wenn Korteweg als Grund gegen die Auffassung der Buckel der deformen Glieder als funktioneller und zweckdienlicher Bildungen den Umstand anführt, daß die Kranken mit diesem Buckel nicht zufrieden sind. Wolff übersieht, daß eine solche Äußerung mit Teleologie nichts zu tun hat, daß die Äußerung wohl lächerlich ist, nicht aber eine Teleologie. Wenn Wolff die Unzulässigkeit der Vermischung von Schönheit und Zweckmäßigkeit erkannt hätte, die Ästhetik ausgeschaltet und die neuen Bildungen nur unter dem Gesichtspunkte ihrer Vernünftigkeit betrachtet hätte, so wäre er trotzdem zu einer mechanischen Auffassung dieser zweckentsprechenden Bildungen gelangt. Woher kommt das? Daher, weil bis Darwin eine jede Teleologie den, dem Begriff eigentümlichen Zwecksetzer nach außerhalb verlegte und deswegen eine nicht erkennbare Ursache in die Naturforschung brachte, die diese nicht erkennbare Ursache, als nicht in ihren Forschungsbereich fallend, nicht anerkennen und erforschen konnte. So war eine jede Teleologie bis Darwin dualistisch und unerforschbar, und zu der einzigen wissenschaftlich begründbaren und erforschbaren Teleologie gelangte man, nachdem sie durch Darwin endgültig beseitigt worden war, erst in jüngster Zeit. Diese Teleologie, die einzige, die monistisch und wissenschaftlich erkennbar ist, geht auf Lamarck zurück und ist von August Pauly in seinem Werke „Darwinismus und Lamarckismus“ ausgebaut worden. Dieser Teleologie kann weder der Vorwurf des Dualismus noch der des Anthropomorphismus gemacht werden. Es kann hier natürlich auch nicht einmal der Versuch gemacht werden, die Arbeit und die Anschauungen eines Menschenlebens in einigen Sätzen wiederzugeben. Nur soll gezeigt werden, daß diese Teleologie,

die ihre Ursache in sich selbst trägt, frei ist von Dualismus und Anthropomorphismus. Es soll gezeigt werden, daß sie die Zukunft hat, da klar aus ihr hervorgeht, daß sie den Darwinismus widerlegt, der nicht die „Rettung“ von der Teleologie gebracht oder den Begriff der Teleologie überflüssig gemacht hat, daß der Darwinismus und der Rouxismus, wie ja z. T. in diesen Seiten schon gezeigt worden ist, ohnmächtig ist, Zweckmäßiges erklären zu können:

Man glaubt bei Annahme einer teleologischen Kausalität notwendigerweise in Anthropomorphismus verfallen zu müssen. Das ist unrichtig. Wir tragen nichts von unseren menschlichen Betrachtungen in die Individuen, bei denen wir Vorgänge beobachten, hinein, sondern wir entnehmen den Individuen nur einen einzigen, ihnen aber zukommenden reellen Faktor. Dieser Faktor ist der der Empfindung. Bei Anhängern der Selektionstheorie, denen eine Teleologie anrüchig erscheint, ist ein Umstand auffällig, daß gerade sie in den sonderbaren Dualismus verfallen, den Handlungen höherer Wesen Zwecke zuzubilligen, diese aber bei niedriger stehenden Organismen auszuschließen und Zweckmäßiges bei ihnen mechanisch entstehen zu lassen. Die Entwicklung der Lehre von der Selbstgestaltung des Zweckmäßigen der Autoteleologie würde graphisch dargestellt, folgendes Bild zeigen:



Es bedeuten hierbei die Abscisse die Entwicklung der die Teleologie bedingenden Faktoren (zuerst also nur Empfindung bei den einzelnen Lebewesen vom Nullpunkt angefangen im Abstand von 1 zu 2 zu 3 etc.). Die Ordinate gibt die Zeit an, in der die nächst höhere Form mit einer höheren Selbstgestaltungsfähigkeit des Zweckmäßigen sich entwickelt. Diese Zeitabschnitte sind hier natürlich willkürlich angesetzt, der Verlauf der Kurve aber hängt damit nur äußerlich zusammen, da die Kurve nach der Descendenz hin einen nach oben gerichteten Verlauf nimmt. Womit aber nicht gesagt sein soll, daß die aufsteigende Richtung eine vorausbestimmte ist, da mit dieser Annahme eine prädestinatorische Zwecksetzung gesetzt wäre, die eine Autoteleologie zu einer contradictio in adjecto machen würde. Die gezeichnete Kurve ist monistisch zu nennen, sie rechnet mit nur reellen Faktoren, die überall dieselbe Qualität haben, deren Quantitäten sich allerdings vergrößern, was mit der komplizierten Organisation höherer Lebewesen im Vergleich zu niederen erklärt werden kann. Den Vertretern der Ansicht, Zweckmäßiges könnte oder vielmehr müßte mechanisch entstanden sein, ist die Zeichnung dieser monistischen Kurve unmöglich. Da sie eine einzige Ursache von Entstehung der Zweckmäßigkeit für unmöglich erachten, sind sie zur Annahme einer Kurve gezwungen, die anstatt der einen Ursache (kurz urteilendes Prinzip genannt) zwei Ursachen annehmen muß. Die Darwinisten und Rouxisten sind also gezwungen: entweder zwei Kurven zu zeichnen, was Dualismus wäre, oder eine Kurve zu zeichnen, die zwei verschiedene Entstehungsursachen in sich versteckte. In beiden Fällen haben sie eins nötig: ein „einblasendes Prinzip“, das, wenn man von der Ascendenz vor nach der Descendenz blickt, irgendwann einmal aus Unsinn Vernunft, wenn man von Descendenz nach der Ascendenz blickt, irgendwann einmal aus Vernunft Unsinn entstehen lassen müßte. Dies ist aber ein Dualismus, der sich bedenklich dem Theismus nähert, von dem Darwinisten und sämtliche Gegner und Leugner der Autoteleologie sich weit entfernt glauben.

Die Untersuchungen, die dem beschreibenden Teile der Arbeit zugrunde liegen, sind im Münchner anatomischen Institute ausgeführt. Ich möchte hier dem Vorstand der Anstalt, Herrn Prof. Rückert für seine freundliche Unter-

stützung und die Überlassung des Materials, sowie Herrn Dr. Hasselwander für seine liebenswürdige Beihilfe meinen besten Dank aussprechen.

Gleichzeitig möchte ich einem Wunsche Herrn Professor Rückerts nachkommen, indem ich erkläre, daß er zu der historisch-kritischen Einleitung zu dieser Arbeit, sowie der Kritik der J. Wolffschen Anschauungen und den daraus von mir gezogenen theoretischen Schlußfolgerungen in keiner Beziehung steht.

Zu letzteren Schlußfolgerungen bin ich durch das Werk von Professor Pauly „Darwinismus und Lamarckismus" gelangt, dem ich zu größtem Dank verpflichtet bin.

Literaturverzeichnis.

1. **Julius Wolff:** Das Gesetz der Transformation der Knochen. 1892.
2. — Über die Bedeutung der Architektur der spongiösen Substanz. (Zentralblatt für die medizinischen Wissenschaften. 1869. No. 54.)
3. — Über die innere Architektur der Knochen. Virchows Archiv. 1870. Band 50.
4. — Beiträge zur Lehre von der Heilung der Frakturen Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie. 14. Band. 1872.
5. — Die normale und pathologische Architektur der Knochen. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1901. Supplementband.
6. — Über die Wechselbeziehungen zwischen der Form und der Funktion der einzelnen Gebilde des Organismus. (Vortrag, gehalten in der 2. allgemeinen Sitzung der 72. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Aachen am 21. IX 1900.)
7. — Zur Knochenwachstumsfrage. (Virchows Archiv. 61. Band.)
8. **H. Meyer:** Die Architektur der Spongiosa. (Reichert u. Du Bois Reymonds Archiv. 1867.)
9. **H. v. Meyer:** Zur genaueren Kenntnis der Substantia spongiosa der Knochen. (Separatabdruck aus den Beiträgen zur Biologie. 1882.)
10. **G. H. Meyer:** Die Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes. 1873.
11. **Zschokke:** Statik und Mechanik des Vertebratenskeletts. Zürich 1892.
12. **Langerhans:** Beiträge zur Architektur der Spongiosa (Virchows Archiv. 61. Band.)
13. **Friedländer:** Beitrag zur Kenntnis der Architektur spongiöser Knochen. (Anatomische Hefte 23. Band. 72. Heft.)
14. **Merkel:** Betrachtungen über das os femoris. (Virchows Archiv. 59. Band.)
15. **Wolfermann:** Archiv für Anatomie und Physiologie 1872.
16. **A. Bernays:** Die Entwicklungsgeschichte des Kniegelenkes des Menschen mit Bemerkungen über die Gelenke im allgemeinen. Morphologische Jahrbücher von Gegenbaur. 1878.
17. **Tornier:** Entstehung der Gelenkformen. Archiv für Entwicklungsmechanik. 1894/95.
18. **R. Schmidt:** Vergleichend-anatomische Studien über den mechanischen Bau der Knochen und seine Vererbung (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 1899. Band 65.)
19. **Kassowitz:** Die normale Ossifikation und die Erkrankungen des Knochensystems bei Rhachitis und hereditärer Syphilis. (Medizinische Jahrbücher, redigiert von Stricker. 1880.)
20. **Preyer:** Wolffs Transformationsgesetz. Virchows Archiv für klinische Medizin. Bd. 130.
21. **Gegenbaur:** Lehrbuch der Anatomie des Menschen. IV. Aufl. 1890.
22. **Rauber-Kopsch:** Lehrbuch der Anatomie des Menschen. VII Aufl. 1906.
23. **Roux:** Das Gesetz der Transformation der Knochen. Ges. Abhandl. Bd. I. No X. 1893.
24. — Substantia spongiosa (Zeitschrift für orthopädische Chirurgie. 1896. IV. Band.)
25. — Beiträge zur Entwicklungsmechanik des Embryo. (Zeitschrift für Biologie. Neue Folge III. 1885.
26. — Über die Verzweigungen der Blutgefäße des Menschen 1878. Abgedruckt in den Gesammelten Abhandlungen. Band I. No. 1.
27. — Über die Bedeutung der Ablenkung des Arterienstammes bei der Astabgabe. 1879. Abgedruckt in den Gesammelten Abhandlungen. Band I. Nr. 2.
28. — Über die Leistungsfähigkeit der Prinzipien der Deszendenzlehre zur Erklärung der Zweckmäßigkeiten des tierischen Organismus. 1880. Abgedruckt in den Gesammelten Abhandlungen. Band I. No. 3.
29. — Der züchtende Kampf der Teile oder die „Teilauslese" im Organismus, zugleich eine Theorie der funktionellen Anpassung. 1881. Gesammelte Abhandlungen. Band I. No. 4.
30. — Autoreferat über den züchtenden Kampf der Teile. Gesammelte Abhandlungen. Bd. I. No. 5.
31. — Artikel: Funktionelle Anpassung in der Realencyklopädie der gesamten Heilkunde. 1894. Ges. Abhandlungen. Band I. No. 11.
32. **Weismann:** Vorträge über Deszendenztheorie. 1902.
33. — Die Allmacht der Naturzüchtung. 1893.
34. **Lamarck:** Zoologische Philosophie. Übersetzt von A. Lang.
35. **Darwin:** Die Entstehung der Arten. Übersetzt von Haeck (Reklamausgabe.)
36. — Das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation.
37. **August Pauly:** Wahres und Falsches an Darwins Lehre. Vortrag. 1902.
38. — Erläuterungen zur Darwin-Lamarckschen Frage. (Beilage zur allgem. Zeitung. 1906.)
39. — Das urteilende Prinzip und die mechanische Kausalität bei Kant und im Lamarckismus. (Kosmos, Handweiser für Naturkunde. Bd. III. 1906. Heft 9.)
40. — Die Anwendung des Zweckbegriffs auf die organischen Körper. (Zeitschrift für den Ausbau der Entwicklungslehre. Band I. 1907. Heft 1/2.)
41. — Darwinismus und Lamarckismus. Entwurf einer psychophysischen Teleologie. 1905.

42. **K. E. v. Baer:** Über den Zweck in den Vorgängen in der Natur. — Über Zweckmäßigkeit oder Zielstrebigkeit überhaupt. 1876.
43. — Über Zielstrebigkeit in den organischen Körpern insbesondere. 1876.
44. — Über Darwins Lehre. 1876.
45. **Ribbert:** „Zweckmäßigkeit" in der Pathologie. 1906.
46. **Detto:** Die Theorie der direkten Anpassung und ihre Bedeutung für das Anpassungs- und Deszendenzproblem. Versuch einer methodologischen Kritik des Prinzips und der botanischen Tatsachen des Lamarckismus. 1904.
47. **Mauthner:** Beiträge zu einer Kritik der Sprache. Band I. Sprache und Psychologie. 2. Auflage. 1906.
48. **Coßmann:** Elemente der empirischen Teleologie. 1899.
49. **Kassowitz:** Allgemeine Biologie. Bd II. Vererbung und Entwicklung. 1899.
50 **Adolf Wagner:** Der neue Kurs in der Biologie. 1907.
51. **E. Rignano:** Über die Vererbung erworbener Eigenschaften. 1907.
52. **R. Francé:** Der heutige Stand der Darwinschen Fragen. 1907.
53. **Hering:** Über das Gedächtnis als eine allgemeine Funktion der organisierten Materie. 1870
54. **Haeckel:** Die Perigenesis der Plastidule oder die Wellenzeugung der Lebensteilchen.
55. **Semon:** Die Mneme als erhaltendes Prinzip im Wechsel des organischen Geschehens. 1904.
56. — Beweise für die Vererbung erworbener Eigenschaften Ein Beitrag zur Kritik der Keimplasmatheorie. 1907.
57. **Francé:** Die Fortpflanzung der Erinnerung. (Kosmos, Handweiser für Naturkunde. 1906. Heft 3.)
58. **Müller de la Fuente:** Semons Mneme und das Vererbungsproblem. (Kosmos, Handweiser für Naturkunde. 1906. Heft 6.)
59. **Kropotkin:** Gegenseitige Hilfe in der Entwicklung. Übersetzt von G. Landauer. 1904.
60. **August Bier:** Hyperämie als Heilmittel (Einleitung). 3. Auflage. 1906.

Lebenslauf.

Ich, Hans Bernhardt, bin am 18. Juni 1882 in Berlin als Sohn des Nervenarztes und Professors an der Universität Berlin Martin Bernhardt geboren. Nachdem ich zu Berlin das Friedrich-Werdersche Gymnasium absolviert hatte, erhielt ich am 6. März 1901 das Reifezeugnis dieser Anstalt. Ich studierte darauf 9 Semester, davon 6 Semester in Berlin, 3 Semester in München Medizin und machte im Winter 1905/1906, in meinem 10. Semester, in München die medizinische Approbationsprüfung, die ich im Juni 1906 beendete. Während des praktischen Jahres war ich in München. Vom 1. VIII.—30. XI. war ich als Medizinalpraktikant in der inneren Poliklinik bei Prof. May, vom 1. XII.—28. II. 1907 in der chirurgischen Abteilung des Haunerschen Kinderspitals bei Professor Herzog, vom 1. III.—31. VII. im anatomischen Institute bei Professor Rückert tätig.
